

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003273331 A**

(43) Date of publication of application: **26.09.03**

(51) Int. Cl.
H01L 27/105
G11C 11/14
G11C 11/15
H01L 43/08
H01L 43/12

(21) Application number: **2002073681**

(22) Date of filing: **18.03.02**

(71) Applicant: **UNIV OSAKA**

(72) Inventor: **YAMAMOTO MASAHICO**
NAKATANI RYOICHI

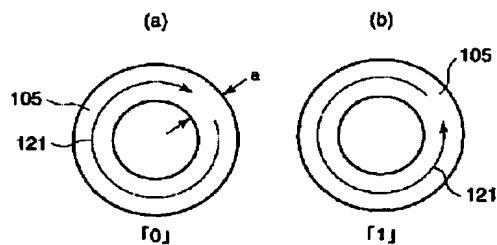
**(54) MAGNETIC MEMORY, MAGNETIC MEMORY
ARRAY AND ITS MANUFACTURING METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that leakage magnetic field from a magnetic memory largely affects storage information of an adjacent magnetic memory cell in high density arrangement of a magnetic memory for enlarging a storage capacity of an MRAM, since magnetization leaks outside a memory in a usual magnetic memory which is rectangular in shape and whose magnetization direction is '0' and '1' of information.

SOLUTION: A magnetic memory is formed annular and is constructed such that magnetic field does not substantially leak from a magnetic memory. In order to manufacture an annular magnetic memory, a resist pattern (102) having a circular hole (106) is formed on a substrate (101) and magnetic particles are deposited from a direction having a prescribed incidence angle (108) from a direction normal to substrate in rotation of a substrate.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-273331

(P 2 0 0 3 - 2 7 3 3 3 1 A)

(43) 公開日 平成15年9月26日 (2003.9.26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01L 27/105		G11C 11/14	A 5F083
G11C 11/14		11/15	
11/15		H01L 43/08	P
H01L 43/08			Z
		43/12	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-73681 (P 2002-73681)

(22) 出願日 平成14年3月18日 (2002.3.18)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成13年9月22日～
24日 開催の「日本金属学会2001年秋期 (第129回) 大
会」において文書をもって発表

(71) 出願人 391016945

大阪大学長

大阪府吹田市山田丘1番1号

(72) 発明者 山本 雅彦

大阪府箕面市粟生間谷西1丁目4-8-20
3

(72) 発明者 中谷 亮一

大阪府豊中市春日町3-12-5-208

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

Fターム(参考) 5F083 FZ10 GA09 GA12 GA15 JA02

JA19 JA36 JA37 JA38 JA39

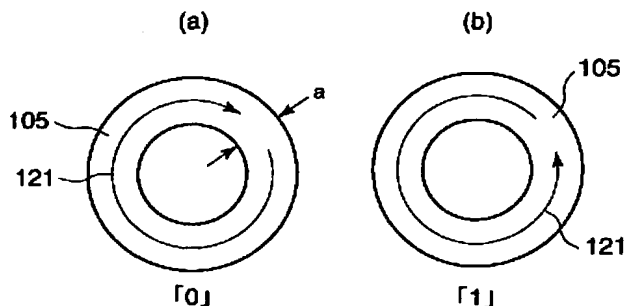
JA60 PR22

(54) 【発明の名称】 磁性メモリ、磁性メモリアレイおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 長方形の形状を有し、その磁化の向きを、情報「0」と「1」にあてている従来の磁性メモリでは、磁化がメモリの外に漏洩する。MRAMの記憶容量を大きくするために、高密度で磁性メモリを配列すると、磁性メモリからの漏洩磁界が、隣接する磁性メモリの記憶情報に与える影響が大きくなる。

【解決手段】 磁性メモリの形状をリング状とし、本質的に磁界が磁性メモリから漏洩しない構造とする。リング状の磁性メモリを作製するためには、基板上(101)に円形の孔(106)を有するレジストパターン(102)を形成し、基板を回転中に基板法線方向から所定の入射角度(108)を有する向きから磁性粒子を蒸着する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性層の磁化の向きにより情報を記憶する磁性メモリにおいて、第1の磁性層がその膜面内においてリング状の形状を有し、前記第1の磁性層の磁化が前記リング状の形状に沿って形成されており、磁化の向きが時計回りである場合と反時計回りである場合を、2値情報の「0」と「1」または「1」と「0」に対応させることを特徴とする磁性メモリ。

【請求項2】 磁性層の磁化の向きにより情報を記憶する磁性メモリにおいて、第1の磁性層がその膜面内においてリング状の形状を有し、前記第1の磁性層の磁化が前記リング形状に沿って閉じている場合と閉じていない場合を、2値情報の「0」と「1」または「1」と「0」に対応させることを特徴とする磁性メモリ。

【請求項3】 請求項2に記載の磁性メモリにおいて、前記第1の磁性層に隣接して磁界センサが配置されていることを特徴とする磁性メモリ。

【請求項4】 請求項1または請求項2に記載の磁性メモリにおいて、前記第1の磁性層の上あるいは下に非磁性層を介して第2の磁性層が積層されていることを特徴とする磁性メモリ。

【請求項5】 複数の請求項1から4に記載の磁性メモリが規則的に配置されていることを特徴とする磁性メモリアレイ。

【請求項6】 基板上に円形の孔を有するレジストパターンを形成し、

前記基板を回転中に前記基板の法線方向から所定の角度を有する向きから磁性材料の粒子を蒸着し、そして前記レジストパターンを除去することによりリング状の形状を有する前記第1の磁性層を形成することを特徴とする請求項1から4に記載の磁性メモリの製造方法。

【請求項7】 基板上に複数の円形の孔を有するレジストパターンを形成し、

前記基板を回転中に前記基板の法線方向から所定の角度を有する向きから磁性材料の粒子を蒸着し、そして前記レジストパターンを除去することによりリング状の形状を有する複数の磁性メモリを形成することを特徴とする請求項5に記載の磁性メモリアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は放射線等に対する耐性が高く、不揮発性を有する、磁性メモリまたは磁性メモリアレイ、そしてそれらを用いた情報記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 種々の電子機器が例えば宇宙空間等の特殊な環境においても用いられるようになり、このため放射線等にさらされても記録された情報を失われることのない記憶装置が求められてきた。そこで、例えばJournal of Applied Physics、8

1巻、8号、3758-3763ページ(1997年)に記載されているような、放射線等に対する耐性が高く、情報の不揮発性を有し、そして構造が簡単な磁性メモリセルを有する、マグネティック・ランダム・アクセス・メモリ(MRAM:magnetic random access memory)の開発が進められてきた。

【0003】 従来の磁性メモリセルは、一般に長方形または円形の形状の磁性層を有し、その磁化の向きをそれぞれ反転させて、2値情報の「0」と「1」に対応させている。例えば、上記文献には、長方形の形状を有する図1に示すような所謂スピン依存トンネリング(SDT:spin dependent tunneling)型の磁性メモリが開示されている。

【0004】 SDT型の磁性メモリは、例えば図1に示すように、下部金属電極1、保磁力が高く磁化の向きが固定されている下部磁性体層2、トンネル効果により電流が流れ得るような極めて薄い絶縁体膜により形成されたバリア層3、情報「0」、「1」に対応して磁化の向きを反転させることの可能であって下部磁性体層2よりも低い保磁力を有する上部磁性体層4、および上部金属電極5からなる積層構造を有する。

【0005】 上記SDT型の磁性メモリはバリア層3を介して下部金属電極1および上部金属電極5間に電流8が流れるので、本質的に下部金属電極1および上部金属電極5間のインピーダンスが高く、1ミクロンの四角形の面積に対して典型的には $10^4 \sim 10^9 \Omega$ の高い抵抗値を有する。このインピーダンスは下部磁性層2の磁化の向き6と上部磁性体層4の磁化の向き7との相対角度により変化する。従って、情報「0」、「1」に対応して上部磁性体層4の磁化の向きを反転させると、このインピーダンスも変化するので、下部磁性体層2および上部磁性体層4間に電流を流しそれらの間の電圧9の変化を適切な方法により検出することにより、上部磁性体層4の磁化の状態を検出することができる。かかるSDT型の磁性メモリは低い検知電流において下部金属電極1および上部金属電極5間には例えば10mVのオーダの電位が生じ、このため電力消費が小さいにもかかわらずアクセス時間が速い高速動作のメモリを形成することが可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、例示した上記SDT型の磁性メモリにおいても使用されているように、一般に長方形の形状を有しその相対する磁化の向きを情報の「0」と「1」に対応させている従来の磁性メモリにおいては、図2に示すように、本質的に磁界11が磁性メモリセル10の外に漏洩する。MRAMの記憶容量を大きくするために、高密度で磁性メモリセル10を複数配列すると、各磁性メモリセル10からのそれぞれの漏洩磁界11が、隣接する磁性メモリセル10の記憶情報に与える影響が大きくなる。このため磁性メモリ

セルの記憶内容を混乱させる場合が生ずるという問題点が発生する。

【0007】したがって、本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、互いに隣接する磁性メモリセルにより生成された磁界が、隣接する磁性メモリセルに影響することの少ない、微小な磁性メモリセルおよびこのメモリセルを用いた磁性メモリセルアレイを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の発明者等は、磁性メモリアレイについて鋭意検討を重ねた結果、磁性メモリの形状をリング状とし、本質的に磁界が磁性メモリから漏洩しない構造とすることにより、互いに隣接する磁性メモリの記憶情報に影響を及ぼすことのない磁性メモリアレイを作製できることを見いだした。即ち、磁性層の磁化の向きにより情報を記憶する磁性メモリにおいて、磁性層がその面内においてリング状の形状を有し、上記磁性層の磁化の向きが時計回りである場合と反時計回りである場合との2種類を情報の「0」と「1」にあてることにより、本質的に磁界が磁性メモリから漏洩しない構造において2値情報の記憶が可能となる。

【0009】また、敢えて磁性メモリから磁界が漏洩する場合と、漏洩しない場合の2つの状態が形成可能となるように微小なリング状の磁性メモリを作製し、この2つの状態を2値情報の「0」と「1」にあてることが可能である。

【0010】上述のようなリング状磁性メモリの形成には、例えば半導体集積回路の製造等において一般的に使用されているようなリソグラフィ法またはマスク蒸着法などを用いることができるが、サブミクロン以下の微小なリング状の磁性メモリを作製するためには、基板上に円形の孔を有するレジストパターンを形成し、基板を回転中に基板法線方向から所定の角度を有する向きから磁性粒子を蒸着することが有効である。

【0011】また、基板上に複数の円形の孔を有するレジストパターンを形成し、基板を回転中に基板の法線方向から所定の角度を有する向きから磁性材料の粒子を蒸着し、そして上記レジストパターンを除去することにより、リング状の形状を有する複数の磁性メモリを有する磁性メモリアレイを形成することが可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明に係る一実施の形態を以下に図面を参照して説明する。以下の実施の形態に関する詳細な説明および図面の記載において、同様の要素は同様の参照番号により表される。

【0013】図3は本発明に係るリング状磁性メモリの製造方法に関する一実施の形態を模式的に示す工程図であり、磁性メモリの断面の一部を示す。工程図3(a)に示すように、基板101上に、例えば直径500nmの円形の孔106を有する、例えば厚さ500nmのレ

ジストパターン102を形成する。

【0014】次に、図3(b)に示すように、斜め方向から磁性材料からなる粒子(図示せず)を入射する。粒子の入射方向103は、基板101の法線107の方向に対して所定の入射角度108(θ)を有する。図4に示すように、孔106の直径をD、レジストパターン102の厚さをT、リング105の幅をa(図5参照)とすると、所定の入射角度 θ は、設計上、 $\tan \theta = (D - a) / T$ 、 $a < D/2$ なる関係により定まる。図3(b)から明らかなように、入射角度 θ で入射する磁性原子からなる粒子は、レジストパターン102の表面109および孔106の一部にしか到達することができない。

【0015】このような配置において、磁性材料からなる粒子が所定の入射角度 θ を保つような状態で、基板101を基板面内で例えば毎分60回転させる。磁性材料からなる粒子は、レジストパターン102の上部表面109、孔106の端部110、および孔106に沿った基板101の一部112にのみ到達するので、基板101の回転にともない、全体としては図3(c)に示すように、レジストパターン102および基板の表面の一部を覆うような形状で磁性体薄膜111が形成される。なお、図3(c)の配置は、図3(b)に示す状態から基板101が180°回転した場合の状態について示している。

【0016】次に、例えばアセトンのようなレジスト溶剤を用いてレジストパターン102を溶かすことにより、図3(d)に断面をそして例えば図5にその平面図を示すような、リング状ドット105を得ることができる。

【0017】本実施の形態においては、磁性膜材料として、Ni-20at%Fe合金を用いた。しかし、勿論他の磁性材料を用いても、必要なリング状ドット105を形成することができる。磁性材料としては、設計上必要とされる保磁力を満足するように選択された、例えば、Fe、Ni、Co等の単体、または例えばFe、Ni、Coを主成分とする合金またはアモルファス合金等を用いることができる。上記合金に関して、より具体的には、例えばFe-Co、Fe-Ni-Co、Co-Fe-B、Co-Fe-Pt等を用いることができる。また、磁性メモリ以外の用途を目的とするならば、あらゆる種類の粒子ビームを用いて、種々のリング状ドットを形成することができる。

【0018】本実施の形態においては、粒子を発生させる手段として、イオンビームスパッタリング法を用いた。この場合イオンガンの加速電圧は例えば600V、イオン電流は例えば60mAとすることができる。粒子を発生する手段としては、この他にも既知の方法、例えば真空蒸着法、スパッタリング法などの種々の方法を用いることができるのは言うまでもない。本発明は磁性粒子の発生手段によって制限されるものではない。

【0019】また、上記実施の形態においては、レジストパターン102の円形の孔106の直径を500nmとしたが、孔の直径は500nmに限定されるものではなく、設計上の必要に応じて適宜選択することができる。また、厚さ500nmのレジストパターン102を使用した、レジストパターン102の厚さも設計上の必要に応じて適宜選択し得るのは言うまでもない。

【0020】上述の方法で作製したリング状ドット105の厚さを原子間力顕微鏡で観察したところ、その厚さは20nmであった。また、リング状ドット105の外10径は、レジストパターン102の孔106の内径とほぼ等しい約500nmであった。また、リング状ドット105の環状部分の幅は約150nmであり、環状部分の内径は約200nmであった。

【0021】一般に、非常に小さいリング状ドットを作製する場合、通常のリソグラフィ工程では、リソグラフィの限界が100nmとすると、内径100nmのリング状ドットまでしか作製できない。しかし、本発明の工程によりリング状ドットを作製すると、外径が100nmのリング状ドットまで作製できる。従って、本発明の20工程によりリング状ドットを作製すると、リング状ドットの大きさを飛躍的に小さくすることができる。磁性メモリの記憶容量を大きくするためには、可能な限りリング状ドットを小さくする必要がある。従って、本発明における工程は、磁性メモリの記憶容量を飛躍的に増大させることができるものである。

【0022】磁気力顕微鏡などを用いて、上記のようにして形成したリング状ドット105の磁化の向きを調べると、図5に示すように、リング状ドット105の磁化の向き121には、時計回り(a)と反時計回り(b)30の2種類が存在することがわかった。この2種類の磁化の向きを制御し、例えば図5に示すように2値情報の「0」と「1」を割り当てれば、このリング状ドット105を磁性メモリとして使用することができる。

【0023】情報の書込み、即ち、磁化の向きを時計回りまたは反時計回りに切換える方法には種々の方法があるが、例えば、図6のリング状ドット105の中心部を通る断面により模式的に示すように、リング状ドット105の中心を垂直に貫く導線122を配置し、この導線に流れる電流123、124により生ずる同心円状の磁界(図示せず)により、リング状ドット105への書込み40が可能である。上部から下部に適切な大きさの電流123を流すことにより磁界の向きを時計回りに変換し(図5の(a)の「0」の状態)、下部から上部に適切な大きさの電流124を流すことにより磁界の向きを反時計回りに反転することが可能である(図5の(b)の「1」の状態)。

【0024】また、比較的保磁力の高い磁性材料をリング状ドットの材料として用いることにより、図7(a)に示すように、リング状ドット105の磁化の向きがリ50

ング形状に沿って閉じてる状態131、および図7

(b)に示すように閉じていない状態132の2種類が存在することがわかった。保磁力の高い磁性材料としては例えばCoを使用できる。このような2種類の状態に、図7に示すように2値情報の「0」と「1」を割り当てることにより、リング状ドット105を磁性メモリとして使用することができることがわかった。

【0025】この場合、図8に示すように、リング状ドット105に隣接して磁気抵抗効果素子133を配置すると、図8(a)のように、磁化の向きが閉じていて、磁化がリング状ドット105から漏洩していない場合121と、図8(b)のように、磁化の向きが閉じておらず、磁化がリング状ドット105から漏洩している場合122とを簡単に識別することができる。磁気抵抗効果素子133としては例えば通常使用される半導体材料のInSb、またはInSb-NiSb薄膜、金属材料のNi-Co、またはNi-Fe薄膜を用いた磁気抵抗効果素子を使用することができる。従って、図8に示すように、リング状ドット105に隣接して磁気抵抗効果素子133を形成することは、リング状ドット105から成る磁性メモリに記憶された情報を読み出す方法として有効である。

【0026】なお、図7(a)および図8(a)に示すように、磁化がリング状ドット105から漏洩していない状態に変換するには、例えば図6に示すようにリング状ドット105の中心を垂直に貫く導線122を流れる電流により変換可能である。また図7(b)および図8(b)に示すように磁化がリング状ドット105から漏洩している状態への変換は、一例を挙げると、例えばリング状ドット105の近傍にリング状ドット105の膜面に対して所定の間隔を置いて平行に(または垂直に)配置した導線により行うことができる。即ち、この導線を流れる電流により同心状の磁界が生成され、この磁界の一部がリング状ドット105の膜内をこの膜と平行に所定の向きで横切ることにより、リング状ドット105の磁化を全体として上記所定の向きに変換することが可能である。

【0027】図5に示すように、磁化がリング状ドットから漏洩していない場合に、磁化の向きを検出する方法およびその構造の一実施の形態について以下説明する。図9に示すように、リング状ドット105上に非磁性層141を介してリング状の磁性層142を形成する構造を使用する方法が、リング状ドット105の磁化の向きを検出するための有効な方法の一つである。かかる3層構造は、例えば図3に示すようなリングの製造工程において、順次リング状ドット磁性層105、非磁性層141、および磁性層142を付着させることにより形成することができる。

【0028】この場合、磁性層142の磁性材料としては、リング状ドット105よりも保磁力の大きい材料を

用い、磁性層142の磁化の向きが常に一定になるようにしておく。リング状ドット105の磁化の向きが、時計回り、または反時計回りと変化すると、リング状ドット105の磁化の向きと磁性層142の磁化の向きとは、平行と反平行との間を変化する。

【0029】リング状ドット105の磁化の向きと磁性層142の磁化の向きとが平行の場合には、伝導電子はスピン状態を変化させることなくリング状ドット105と磁性層142間を移動することができるため、リング状ドット105と磁性層142との間を流れる電流に関する電気抵抗は低い。一方、リング状ドット105の磁化の向きと磁性層142の磁化の向きとが反平行の場合には、伝導電子はスピン状態を変えてリング状ドット105と磁性層142との間を移動しなければならないが、実際はスピンの向きを変えることはできないため、リング状ドット105から磁性層142に流れる電流に関する電気抵抗が高い。従って、リング状ドット105と磁性層142間の電気抵抗を測定することにより、リング状ドット105の磁化の向きが判明し、記憶した情報を読み出すことができる。

【0030】この実施の形態における磁性メモリにおける非磁性層141としては、例えば厚さが10オングストロームのオーダの酸化アルミニウム、酸化シリコン等の酸化物絶縁体薄膜、または窒化シリコン等の窒化物絶縁体薄膜を用いることができる。またはこの非磁性層141として厚さが60オングストローム以下のCu、Ag、Auなどの金属薄膜を用いることも可能である。例えば絶縁体薄膜を用いた場合にはスピントンネリング機構により、金属薄膜を用いた場合にはスピン散乱機構により、上下の磁性層142、105間の磁気抵抗が変化することを利用してリング状ドット105の磁化の向きを検出するものである。なお、図9に示す実施の形態では、リング状ドット105の上に非磁性層141および磁性層142を順次形成した構造を利用したが、逆の順序により各層を形成しても、磁化の向きを検出する効果は同等である。

【0031】図10に本発明を用いた磁性メモリアレイを示す。本発明のリング状ドットからなる磁性メモリを例えばマトリクス状に配列させることにより、磁性メモリアレイを得ることができる。図10は図9に示す3層構造の検出機構を有する磁性メモリセル151をマトリクス状に配列して形成したMRAM156の一例を示すものである。なお、磁性メモリセルはこの実施の形態に示すような3層構造のものに限定されるものではない。

【0032】図10において、書き込み回路および磁性メモリセルへの書き込み部分の記載は省略してある。ワード線152が複数配置され、このワード線152と直交するビット線153が複数配置されている。ワード線152とビット線153は互いに直接接続されることなく格子状に交差している。この各格子状部分においてそれぞ

れ対応する磁性メモリセル151がワード線152とビット線153とをそれぞれ接続する。このように構成することにより、所定のワード線152と所定のビット線153との組によって、それぞれ異なる磁性メモリセル151の抵抗値を検出することができ、リング状ドット105の磁化の向き、即ち「0」または「1」の情報を読み出すことが可能となる。

【0033】図11も図9に示す3層構造の検出機構を有する磁性メモリセル151をマトリクス状に配列したMRAMの一例であるが、図11の各磁性メモリセル151はそれぞれ対応する制御トランジスタ154と直列に接続され、他方は接地されている構成を有する。書き込み回路および書き込み部分の記載は省略している。ワード線152が複数配置され、ワード線152と直交するビット線153が複数配置されている。ワード線152とビット線153は互いに直接接続されることなく格子状に交差している。各列のトランジスタ154のゲートがそれぞれワード線152に接続され、各トランジスタ154は対応するビット線153に接続されている。各ビット線153はパストランジスタ155に接続されている。ワード線152とパストランジスタ155を適宜選択することにより対応する磁性メモリセル151の「0」または「1」の情報を読み出すことが可能となる。

【0034】以上、本発明のいくつかの実施の形態について図示した説明したが、ここに記載した本発明の実施の形態は単なる一例であり、本発明の技術的範囲を逸脱せずに、種々の変形が可能であることは明らかである。

【0035】

【発明の効果】磁性メモリアレイMRAM156では、リング状ドットを高密度で配列させることが重要である。磁性メモリの形状をリング状にすることにより、隣接する磁性メモリの記憶情報に影響しない磁性メモリアレイを作製することができる。

【0036】また、この磁性メモリにおいて、磁化の向きが時計回りである場合と反時計回りである場合の2種類を情報の「0」と「1」にあてることにより、本質的に磁界が磁性メモリから漏洩しない構造においても、情報の記憶を可能とした。また、基板上に円形の穴を有するレジストパターンを形成し、基板を回転中に基板法線方向から角度を有する向きから磁性粒子を蒸着することにより、極めて小さい磁性メモリを作製することができる。

【0037】そして、リング状ドットの大きさを極めて小さくすることができるので、磁性メモリの記憶容量を飛躍的に増大させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の磁性メモリセルの構造を示す図である。

【図2】従来の磁性メモリセルにおいて生成される磁界

の状態を示す図である。

【図 3】本発明に係る磁性メモリを構成するリング状ドットの作製工程を示す模式図である。

【図 4】本発明によるリング状ドットの製造工程における、磁性体粒子の入射角度 θ とレジスト膜の各寸法との関係を示す図である。

【図 5】本発明のリング状磁性メモリの磁化状態を示す模式図である。

【図 6】本発明の磁性メモリにおいて情報の書き込み方法の一例を示す図である。

【図 7】本発明の他の実施の形態における磁性メモリの磁化状態を示す模式図である。

【図 8】本発明の他の実施の形態における磁性メモリに記憶された情報を読み出すための構造の一例を示す図である。

【図 9】本発明の磁性メモリにおいて、記憶された情報を読み出すために好適な構造の事例の断面を示す図である。

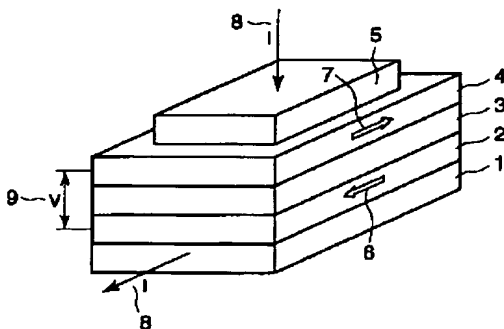
【図 10】本発明の磁性メモリセルをマトリクス状に配列した MRAM の一例を示す図である。

【図 11】本発明の磁性メモリセルおよび対応するトランジスタをマトリクス状に配列した MRAM の一例を示す図である。

【符号の説明】

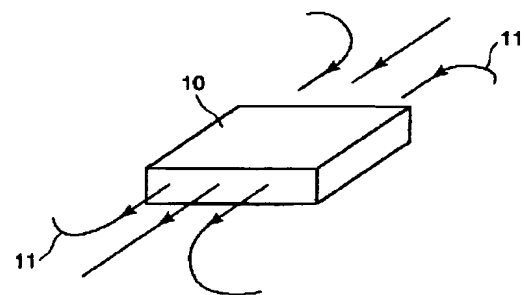
- 1 … 下部金属電極
- 2 … 下部磁性体層
- 3 … バリア層
- 4 … 上部磁性体層
- 5 … 上部金属電極
- 6 … 下部磁性体層の磁化の向き
- 7 … 上部磁性体層の磁化の向き

【図 1】

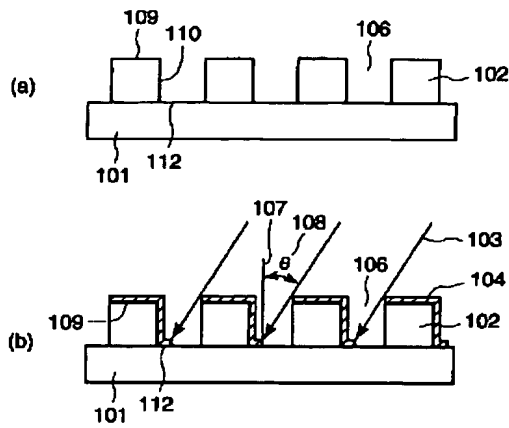


- 8 … メモリセルを流れる電流
- 9 … 下部磁性体層および上部磁性体層間の電圧
- 10 … 磁性メモリセル
- 11 … 漏洩磁界
- 101 … 基板
- 102 … レジストパターン
- 103 … 粒子入射方向
- 104 … 磁性膜材料
- 105 … リング状ドット
- 106 … 孔
- 107 … 基板の法線
- 108 … 入射角度
- 109 … レジストパターンの表面
- 110 … レジストパターンの端部
- 111 … 磁性体薄膜
- 112 … 基板表面の一部
- 121 … 磁化の向き
- 122 … 導線
- 123、124 … 電流
- 131 … リング形状に沿って磁界が閉じてる状態
- 132 … リング形状に沿って磁界が閉じていない状態
- 133 … 磁気抵抗効果素子
- 141 … 絶縁層
- 142 … 磁性層
- 151 … 磁性メモリセル
- 152 … ワード線
- 153 … ビット線
- 154 … 制御トランジスタ
- 155 … パストランジスタ
- 156 … MRAM

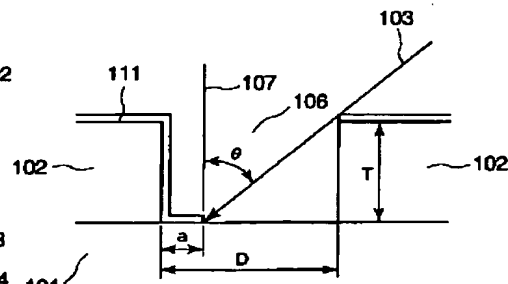
【図 2】



【図 3】

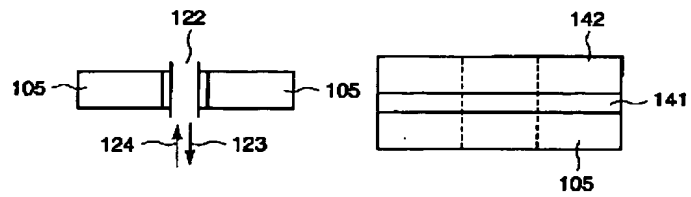
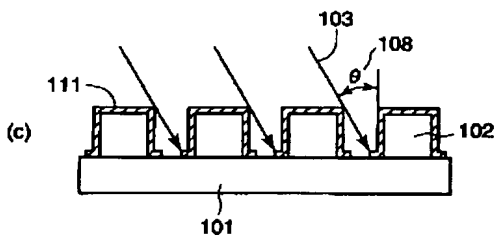


【図 4】

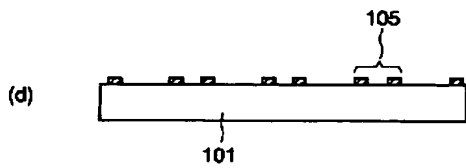


【図 6】

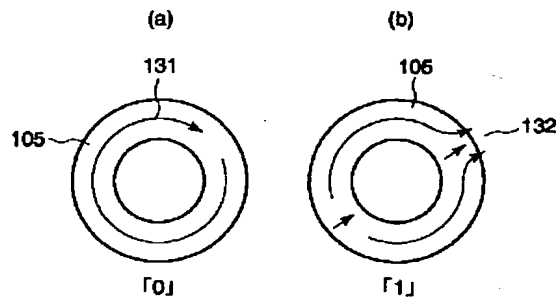
【図 9】



【図 7】

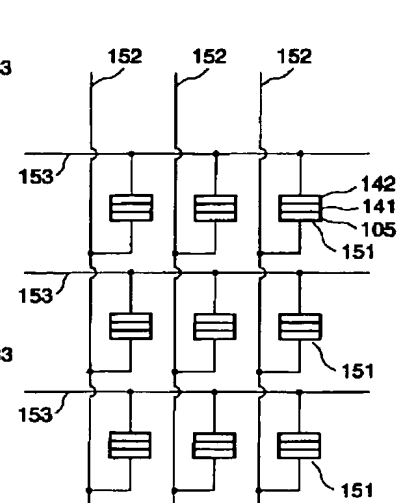
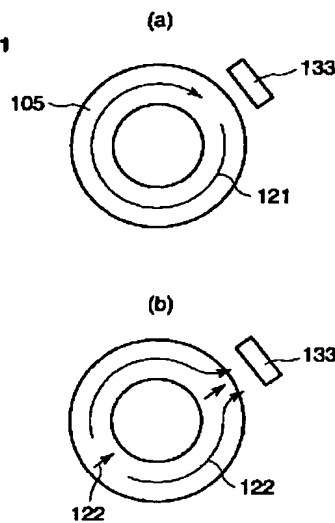
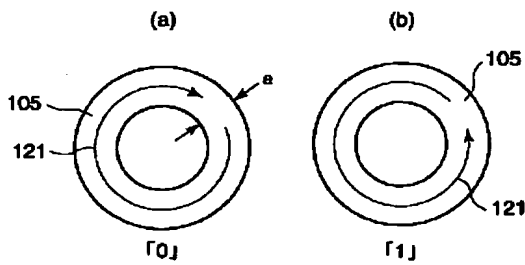


【図 5】



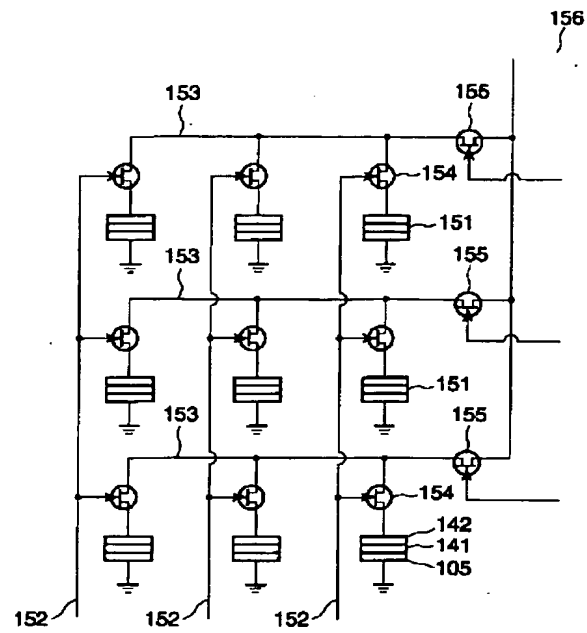
【図 8】

【図 10】



156

【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H01L 43/12

識別記号

F I

H01L 27/10

テーマコード (参考)

447

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The resistance of this invention over a radiation etc. is high, and it relates to the magnetic memory or the magnetic memory array which has a non-volatile, and the information storage device using them.

[0002]

[Description of the Prior Art] Various electronic equipment came to be used also in the special kind space environment, and the storage which does not have the information recorded even if exposed to the radiation etc. for this reason lost has been called for. Then, Journal of Applied The resistance over Physics, 81 volumes, No. 8, a radiation that is indicated by 3758 - 3763 pages (1997) was high, it had the informational non-volatile, and development of the magnetic and random access memory (MRAM:magnetic random access memory) in which structure has an easy magnetic memory cell has been furthered.

[0003] Generally the conventional magnetic memory cell has the magnetic layer of a rectangle or a circular configuration, reverses the sense of the magnetization, respectively, and is made to correspond to "0" of binary information, and "1." For example, the so-called spin dependence tunneling (SDT:spin dependent tunneling) type as shown in drawing 1 which has a rectangular configuration of magnetic memory is indicated by the above-mentioned reference.

[0004] The magnetic memory of an SDT mold For example, the lower magnetic layer 2 to which the lower metal electrode 1 and coercive force are high, and the sense of magnetization is being fixed as shown in drawing 1, the barrier layer 3 formed with the very thin insulator film on which a current may flow according to a tunnel effect, information "0", It has the laminated structure which consists of the up magnetic layer 4 which is possible and has coercive force lower than the lower magnetic layer 2 and the up metal electrode 5 of reversing the sense of magnetization corresponding to "1."

[0005] Since a current 8 flows between the lower metal electrode 1 and the up metal electrode 5 through the barrier layer 3, intrinsically, the magnetic memory of the above-mentioned SDT mold has a high impedance between the lower metal electrode 1 and the up metal electrode 5, and has high resistance (104-109ohm) typically to the area of the square which is 1 micron. This impedance changes with whenever [angular relation / of the sense 6 of magnetization of the lower magnetic layer 2, and the sense 7 of magnetization of the up magnetic layer 4]. Therefore, if the sense of magnetization of the up magnetic layer 4 is reversed corresponding to information "0" and "1", since this impedance will also change, the condition of magnetization of the up magnetic layer 4 is detectable by passing a current and detecting change of the electrical potential difference 9 between them by the suitable approach between the lower magnetic layer 2 and the up magnetic layer 4. Although the potential of 10mV order arises between the lower metal electrode 1 and the up metal electrode 5 in a low detection current and this SDT type of magnetic memory has small power consumption for this reason, the access time is able to form the memory of quick high-speed operation.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as are used also in the magnetic memory of the illustrated above-mentioned SDT mold, and the sense of the magnetization which owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. generally faces in a rectangular configuration is shown in drawing 2 in the conventional magnetic memory made to correspond to "0" of information, and "1", a field 11 is intrinsically revealed out of the magnetic memory cell 10. If it is high-density and two or more magnetic memory cells 10 are arranged in order to enlarge storage capacity of MRAM, the effect which it has on the storage information on the magnetic memory cell 10 that each leakage field 11 from each magnetic memory cell 10 adjoins will become large. For this reason, the trouble that the case where the content of storage of a magnetic memory cell is confused arises occurs.

[0007] Therefore, this invention was made in view of the above-mentioned conventional trouble, and aims to let the field generated by the magnetic memory cell which adjoins mutually offer a minute magnetism memory cell with influencing [little] the adjoining magnetic memory cell, and the magnetic memory cell array using this memory cell.

[0008]

[Means for Solving the Problem] As a result of repeating examination wholeheartedly about a magnetic memory array, the artificer of this invention etc. found out that the magnetic memory array which does not influence storage information on the magnetic memory which adjoins mutually for each other was producible, when the configuration of magnetic memory was made into the shape of a ring and a field considered as the structure which is not revealed from magnetic memory intrinsically. That is, in the magnetic memory which memorizes information with the sense of magnetization of a magnetic layer, a magnetic layer has a ring-like configuration in the field, and a field becomes memorizable [binary information] in the structure which is not revealed from magnetic memory intrinsically by hitting two kinds such as the case where the sense of magnetization of the above-mentioned magnetic layer is a clockwise rotation, and the case of being counter clockwise to "0" of information, and "1."

[0009] Moreover, it is also possible to produce the magnetic memory of the shape of a minute ring so that formation of two conditions, the case where a field is revealed, and when not revealing, may dare be attained from magnetic memory, and to hit these two conditions to "0" of binary information and "1."

[0010] Although the lithography method or mask vacuum deposition etc. which is generally used in manufacture of a semiconductor integrated circuit etc. can be used for formation of the above ring-like magnetism memory, in order to produce the magnetic memory of the shape of a detailed ring below submicron one, the resist pattern which has a circular hole is formed on a substrate, and it is effective, while rotating a substrate to vapor-deposit a magnetic particle from the sense which has a predetermined include angle from a substrate normal.

[0011] Moreover, it is possible to form the magnetic memory array which has two or more magnetic memory which has a ring-like configuration by forming on a substrate the resist pattern which has two or more circular holes, vapor-depositing the particle of a magnetic material from the sense which has a predetermined include angle from [of a substrate] a normal, while rotating a substrate, and removing the above-mentioned resist pattern.

[0012]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of the 1 operation concerning this invention is explained with reference to a drawing below. The same element is expressed by the same reference number in the detailed explanation about the gestalt of the following operations, and the publication of a drawing.

[0013] Drawing 3 is process drawing showing typically the gestalt of the 1 operation about the manufacture approach of the ring-like magnetism memory concerning this invention, and shows a part of cross section of magnetic memory. As shown in process drawing 3 (a), on a substrate 101, it has the circular hole 106 with a diameter of 500nm, for example, the resist pattern 102 with a thickness of 500nm is formed.

[0014] Next, as shown in drawing 3 (b), incidence of the particle (not shown) which consists of a magnetic material is carried out from across. The direction 103 of incidence of a particle has 108 (theta) whenever [predetermined incident angle] to the direction of the normal 107 of a substrate 101. If width of face of T and a ring 105 is set [the diameter of a hole 106] to a (refer to drawing 5) for the thickness

of D and a resist pattern 102 as shown in drawing 4, theta will become settled on a design whenever [predetermined incident angle] with $\tan\theta=(D-a)/T$ and the relation it is unrelated $a<D/2$. The particle which consists of a magnetic atom which carries out incidence by theta whenever [angle-of-incidence] can reach the front face 109 of a resist pattern 102, and some holes 106 so that clearly from drawing 3 (b).

[0015] In such arrangement, in the condition that the particle which consists of a magnetic material maintains theta whenever [predetermined incident angle], it is in a substrate side, for example, a substrate 101 is rotated per minute 60 times. Since the particle which consists of a magnetic material reaches the up front face 109 of a resist pattern 102, the edge 110 of a hole 106, and some substrates 101 112 that met the hole 106, as shown in drawing 3 (c) as the whole, the magnetic-substance thin film 111 is formed with a revolution of a substrate 101 in a configuration which covers a part of front face of a resist pattern 102 and a substrate. In addition, arrangement of drawing 3 (c) shows the condition when 180 degrees of substrates 101 rotate from the condition shown in drawing 3 (b).

[0016] next -- for example, the thing for which a resist pattern 102 is melted using a resist solvent like an acetone -- drawing 3 (d) -- a cross section -- and -- for example, the ring-like dot 105 as shows the top view to drawing 5 can be obtained.

[0017] In the gestalt of this operation, the nickel-20at%Fe alloy was used as a magnetic film ingredient. However, even if it uses other natural magnetic materials, the required ring-like dot 105 can be formed. It was chosen, for example, an alloy or an amorphous alloy etc. which uses simple substances, such as Fe, nickel, and Co, or Fe, nickel and Co as a principal component can be used so that the coercive force needed on a design may be satisfied as a magnetic material. Fe-Co, Fe-nickel-Co, Co-Fe-B, Co-Fe-Pt, etc. can more specifically be used about the above-mentioned alloy. Moreover, if it aims at applications other than magnetic memory, various ring-like dots can be formed using all kinds of particle beam.

[0018] In the gestalt of this operation, the ion beam sputtering method was used as a means to generate a particle. In this case, acceleration voltage of an ion gun can be set to 600V, and the ion current can be set to 60mA. If it considers as a means to generate a particle, it cannot be overemphasized that various approaches, such as a known approach, for example, a vacuum deposition method, and the sputtering method, can be used. This invention is not restricted by the generating means of a magnetic particle.

[0019] Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the diameter of the circular hole 106 of a resist pattern 102 was set to 500nm, the diameter of a hole is not limited to 500nm and can be chosen suitably if needed on a design. Moreover, although the resist pattern 102 with a thickness of 500nm was used, it cannot be overemphasized that the thickness of a resist pattern 102 can also be chosen suitably if needed on a design.

[0020] The thickness was 20nm when the thickness of the ring-like dot 105 produced by the above-mentioned approach was observed with the atomic force microscope. Moreover, the outer diameter of the ring-like dot 105 was about 500nm almost equal to the bore of the hole 106 of a resist pattern 102. Moreover, the width of face of the annular part of the ring-like dot 105 was about 150nm, and the bore of an annular part was about 200nm.

[0021] When producing a general very small ring-like dot, if the limitation of lithography sets to 100nm, at the usual lithography process, it can produce only to a ring-like dot with a bore of 100nm. However, if a ring-like dot is produced according to the process of this invention, an outer diameter can produce to the ring-like dot which is 100nm. Therefore, if a ring-like dot is produced according to the process of this invention, magnitude of a ring-like dot can be made small by leaps and bounds. In order to enlarge storage capacity of magnetic memory, it is necessary to make a ring-like dot small as much as possible. Therefore, the process in this invention can increase the storage capacity of magnetic memory by leaps and bounds.

[0022] When the sense of magnetization of the ring-like dot 105 formed as mentioned above was investigated using the magnetic force microscope etc., as shown in drawing 5, it turned out that two kinds, a clockwise rotation (a) and a counterclockwise rotation (b), exist in the sense 121 of magnetization of the ring-like dot 105. If "0" of binary information and "1" are assigned as the sense of two kinds of this magnetization is controlled, for example, it is shown in drawing 5, this ring-like dot

105 can be used as magnetic memory.

[0023] Although there are various approaches among a clockwise rotation or the approaches of switching counter clockwise in informational writing, i.e., the sense of magnetization, the writing to the ring-like dot 105 is possible by the field (not shown) of the shape of a concentric circle produced according to the currents 123 and 124 which arrange the lead wire 122 which pierces through the core of the ring-like dot 105 vertically, and flow to this lead wire so that the cross section passing through the core of the ring-like dot 105 of drawing 6 may show typically for example. It is possible by passing the current 123 of the suitable magnitude for the lower part from the upper part to reverse the sense of a field counter clockwise by changing the sense of a field clockwise ("0" conditions of (a) of drawing 5), and passing the current 124 of the suitable magnitude for the upper part from the lower part (condition [of drawing 5] of (b) of "1").

[0024] Moreover, by using a magnetic material with comparatively high coercive force as an ingredient of a ring-like dot showed that two kinds, the condition 131 which the sense of magnetization of the ring-like dot 105 has closed in accordance with a ring configuration, and the condition 132 of having not closed as shown in drawing 7 (b), existed, as shown in drawing 7 (a). Co can be used as a high magnetic material of coercive force. It turned out that the ring-like dot 105 can be used for two kinds of such conditions as magnetic memory by assigning "0" of binary information, and "1" as shown in drawing 7.

[0025] In this case, if the ring-like dot 105 is adjoined and the magneto-resistive effect component 133 is arranged as shown in drawing 8, like drawing 8 (a), when the sense of magnetization has closed and magnetization is not revealed from the ring-like dot 105, the sense of magnetization does not close like 121 and drawing 8 (b), but when magnetization is revealed from the ring-like dot 105, 122 can be identified easily. If it considers as the magneto-resistive effect component 133, the magneto-resistive effect component using nickel-Co of InSb of the semiconductor material usually used or an InSb-NiSb thin film, and a metallic material or a nickel-Fe thin film can be used. Therefore, as shown in drawing 8, it is effective to adjoin the ring-like dot 105 and to form the magneto-resistive effect component 133 as an approach of reading the information memorized by the magnetic memory which consists of the ring-like dot 105.

[0026] In addition, as shown in drawing 7 (a) and drawing 8 (a), in order for magnetization to change into the condition of having not revealed from the ring-like dot 105, the lead wire 122 which pierces through the core of the ring-like dot 105 vertically as shown in drawing 6 is convertible with the flowing current. Moreover, if an example is given, conversion in the condition that magnetization is revealed from the ring-like dot 105 as shown in drawing 7 (b) and drawing 8 (b) can keep predetermined spacing to the film surface of the ring-like dot 105, for example near the ring-like dot 105, and the lead wire arranged (or vertically) can perform it to parallel. That is, when a said alignment-like field is generated by the current which flows this lead wire and a part of this field crosses the inside of the film of the ring-like dot 105 with the predetermined sense to these film and parallel, it is possible to change magnetization of the ring-like dot 105 into the above-mentioned predetermined sense as a whole.

[0027] As shown in drawing 5, when magnetization is not revealed from a ring-like dot, the gestalt of 1 operation of the method of detecting the sense of magnetization and its structure is explained below. As shown in drawing 9, the approach of using the structure which forms the ring-like magnetic layer 142 through a non-magnetic layer 141 on the ring-like dot 105 is one of the effective approaches for detecting the sense of magnetization of the ring-like dot 105. This three-tiered structure can be formed in the production process of a ring as shown in drawing 3 by making the ring-like dot magnetic layer 105, a non-magnetic layer 141, and a magnetic layer 142 adhere one by one.

[0028] In this case, it is made for the sense of magnetization of a magnetic layer 142 to always become fixed rather than the ring-like dot 105, using the large ingredient of coercive force as a magnetic material of a magnetic layer 142. If the sense of magnetization of the ring-like dot 105 changes with a clockwise rotation or a counterclockwise rotation, the sense of magnetization of the ring-like dot 105 and the sense of magnetization of a magnetic layer 142 will change between anti-parallel in parallel.

[0029] Since conduction electron can move between the ring-like dot 105 and a magnetic layer 142, without changing a spin state when the sense of magnetization of the ring-like dot 105 and the sense of

magnetization of a magnetic layer 142 are parallel, the electric resistance about the current which flows between the ring-like dot 105 and magnetic layers 142 is low. On the other hand, when the sense of magnetization of the ring-like dot 105 and the sense of magnetization of a magnetic layer 142 are anti-parallel, conduction electron must change a spin state and must move between the ring-like dot 105 and magnetic layers 142, but since the sense of spin is unchangeable in practice, the electric resistance about the current which flows from the ring-like dot 105 to a magnetic layer 142 is high. Therefore, by measuring the electric resistance between the ring-like dot 105 and a magnetic layer 142, the sense of magnetization of the ring-like dot 105 can become clear, and can read the memorized information.

[0030] As a non-magnetic layer 141 in the magnetic memory in the gestalt of this operation, nitride insulator thin films, such as oxide insulator thin films, such as an aluminum oxide of the order whose thickness is 10Å, for example, and silicon oxide, or silicon nitride, can be used. Or thickness is able to use metal thin films 60Å or less, such as Cu, Ag, and Au, as this non-magnetic layer 141. For example, when an insulator thin film is used, and a metal thin film is used according to a spin tunneling device, a spin dispersion device detects the sense of magnetization of the ring-like dot 105 using the up-and-down magnetic layer 142 and the magnetic reluctance between 105 changing. In addition, although the structure which carried out sequential formation of a non-magnetic layer 141 and the magnetic layer 142 was used on the ring-like dot 105 with the gestalt of operation shown in drawing 9, even if it forms each class by the sequence of reverse, the effectiveness of detecting the sense of magnetization is equivalent.

[0031] The magnetic memory array which used this invention for drawing 10 is shown. A magnetic memory array can be obtained by making the magnetic memory which consists of a ring-like dot of this invention arrange for example, in the shape of a matrix. Drawing 10 shows an example of MRAM156 which arranged the magnetic memory cell 151 which has the detection device of a three-tiered structure shown in drawing 9 in the shape of a matrix, and formed it. In addition, a magnetic memory cell is not limited to the thing of a three-tiered structure as shown in the gestalt of this operation.

[0032] In drawing 10, the publication of the write-in part to a write-in circuit and a magnetic memory cell is omitted. Two or more arrangement of the word line 152 is carried out, and two or more arrangement of the bit line 153 which intersects perpendicularly with this word line 152 is carried out. The word line 152 and the bit line 153 cross in the shape of a grid, without carrying out direct continuation mutually. The magnetic memory cell 151 which corresponds in each of this grid-like part, respectively connects a word line 152 and a bit line 153, respectively. Thus, by constituting, the group of the predetermined word line 152 and the predetermined bit line 153 can detect the resistance of a magnetic memory cell 151 different, respectively, and it becomes possible to read the information on "the sense of magnetization of the ring-like dot 105, "0", and 1". [i.e.,]

[0033] Although it is an example of MRAM which arranged the magnetic memory cell 151 which has the detection device of a three-tiered structure which also shows drawing 11 in drawing 9 in the shape of a matrix, each magnetic memory cell 151 of drawing 11 is connected with the control transistor 154 which corresponds, respectively at a serial, and another side has the configuration grounded. The publication of a write-in circuit and a write-in part is omitted. Two or more arrangement of the word line 152 is carried out, and two or more arrangement of the bit line 153 which intersects perpendicularly with a word line 152 is carried out. The word line 152 and the bit line 153 cross in the shape of a grid, without carrying out direct continuation mutually. The gate of the transistor 154 of each train is connected to a word line 152, respectively, and each transistor 154 is connected to the corresponding bit line 153. Each bit line 153 is connected to the pass transistor 155. It becomes possible to read "0" of the magnetic memory cell 151 which corresponds by choosing a word line 152 and the pass transistor 155 suitably, or the information on "1."

[0034] As mentioned above, although it illustrated and the gestalt of some operations of this invention was explained again, the gestalt of operation of this invention indicated here is a mere example, and it is clear for various deformation to be possible, without deviating from the technical range of this invention.

[0035]

[Effect of the Invention] In the magnetic memory array MRAM156, it is important to make a ring-like

dot arrange by high density. By making the configuration of magnetic memory into the shape of a ring, the magnetic memory array which does not influence the storage information on the adjoining magnetic memory is producible.

[0036] Moreover, in this magnetic memory, the field enabled informational storage also in the structure which is not revealed from magnetic memory intrinsically by hitting two kinds, the case where the sense of magnetization is a clockwise rotation, and when counter clockwise, to "0" of information, and "1."

Moreover, it comes out to produce very small magnetic memory by vapor-depositing a magnetic particle from the sense which forms on a substrate the resist pattern which has a circular hole, and has an include angle from a substrate normal while rotating a substrate.

[0037] And since magnitude of a ring-like dot can be made very small, it becomes possible to increase the storage capacity of magnetic memory by leaps and bounds.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the magnetic memory which memorizes information with the sense of magnetization of a magnetic layer, the 1st magnetic layer has a ring-like configuration in the film surface. Magnetic memory characterized by forming magnetization of said 1st magnetic layer in accordance with the configuration of the shape of said ring, and making the case where the sense of magnetization is a clockwise rotation, and the case of being counter clockwise correspond to "0" of binary information, "1" or "1", and "0."

[Claim 2] Magnetic memory characterized by making the case where it has not closed with the case where the 1st magnetic layer had the ring-like configuration in the film surface, and magnetization of said 1st magnetic layer has closed in accordance with said ring configuration in the magnetic memory which memorizes information with the sense of magnetization of a magnetic layer correspond to "0" of binary information, "1" or "1", and "0."

[Claim 3] Magnetic memory characterized by adjoining said 1st magnetic layer and arranging the field sensor in magnetic memory according to claim 2.

[Claim 4] Magnetic memory characterized by carrying out the laminating of the 2nd magnetic layer through a non-magnetic layer on said 1st magnetic layer or to the bottom in magnetic memory according to claim 1 or 2.

[Claim 5] The magnetic memory array characterized by arranging the magnetic memory of a publication regularly at two or more claims 1-4.

[Claim 6] The manufacture approach of magnetic memory given in claims 1-4 characterized by forming said 1st magnetic layer which has a ring-like configuration by forming on a substrate the resist pattern which has a circular hole, vapor-depositing the particle of a magnetic material from the sense which has a predetermined include angle from [of said substrate] a normal while rotating said substrate, and removing said resist pattern.

[Claim 7] The manufacture approach of the magnetic memory array according to claim 5 characterized by forming two or more magnetic memory which has a ring-like configuration by forming on a substrate the resist pattern which has two or more circular holes, vapor-depositing the particle of a magnetic material from the sense which has a predetermined include angle from [of said substrate] a normal while rotating said substrate, and removing said resist pattern.

[Translation done.]

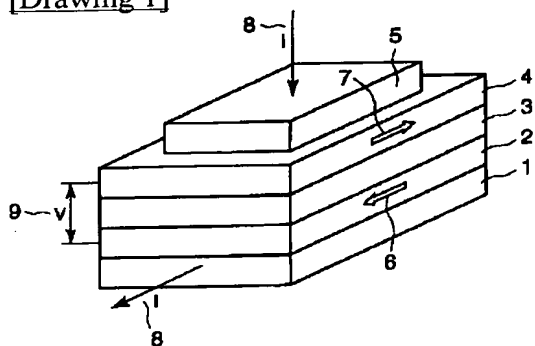
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

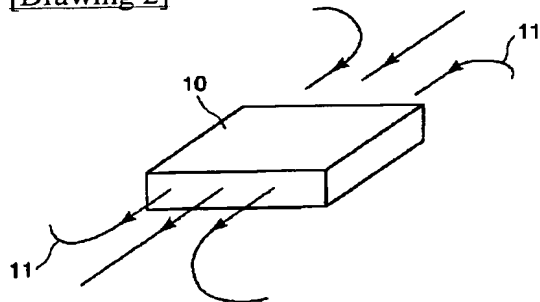
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

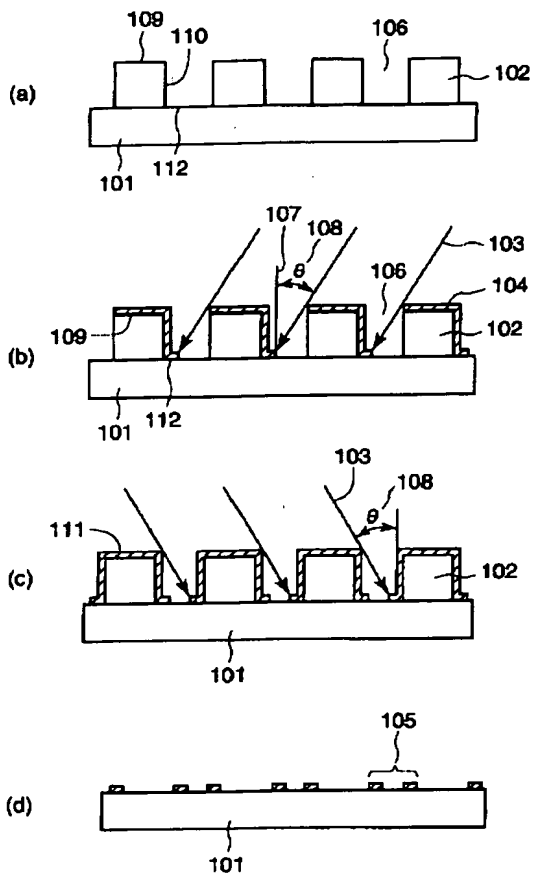
[Drawing 1]



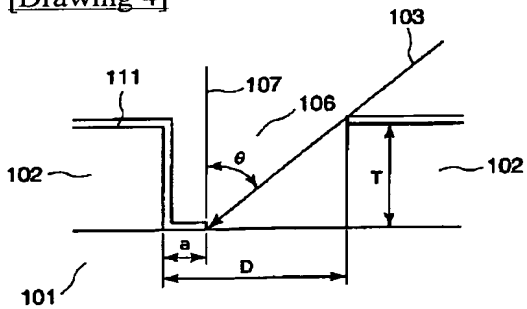
[Drawing 2]



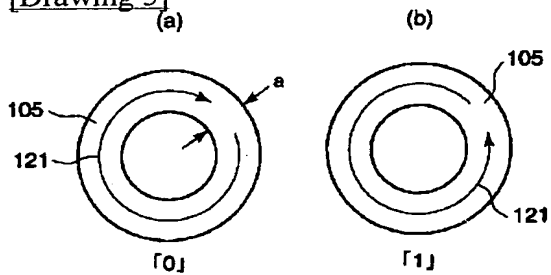
[Drawing 3]



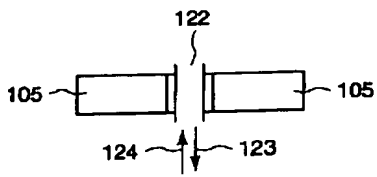
[Drawing 4]



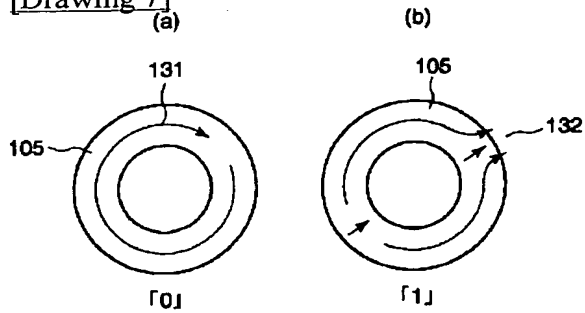
[Drawing 5]



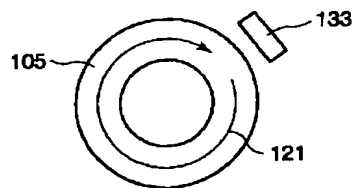
[Drawing 6]



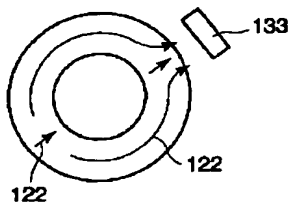
[Drawing 7]
(a)



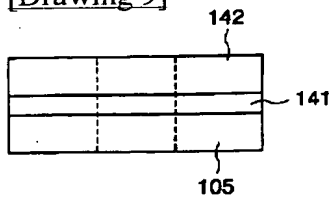
[Drawing 8]
(a)



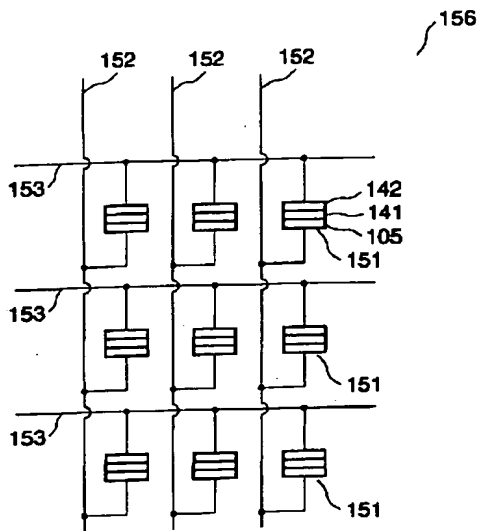
(b)



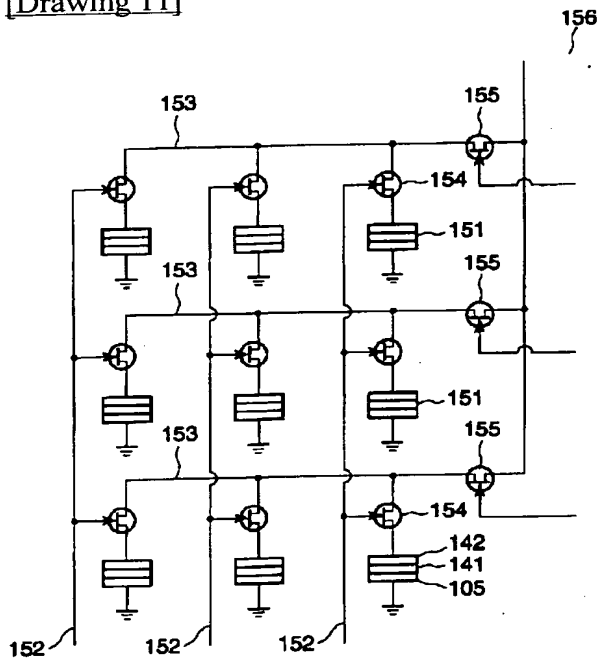
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]